

## MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN BERPIKIR GEOMETRIS PADA POKOK BAHASAN SEGIEMPAT DENGAN TEORI VAN HIELE DAN PENDEKATAN PMRI

Sri Eka Wahyuni<sup>1</sup>, Pinta Deniyanti<sup>2</sup>, Meiliasari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Matematika FMIPA UNJ

<sup>1</sup>sriekawahyu\_ni@yahoo.com, <sup>2</sup>pinta\_ds@yahoo.com, <sup>3</sup>meiliasari@unj.ac.id

### Abstrak

Bangun datar segiempat merupakan salah satu materi dalam matematika yang menyajikan fenomena visual yang bersifat abstrak. Pembelajaran seharusnya dilakukan bertahap diawali dengan model benda-benda nyata dan harus sesuai dengan tingkat berpikir siswa. Van Hiele menjelaskan tingkat berpikir geometris yaitu visualisasi, analisis, dan deduktif informal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan geometris siswa dengan teori tingkat berpikir Van Hiele dan pendekatan PMRI. Penelitian ini menggunakan metode *design research* yang terdiri dari tiga fase siklik yaitu, fase persiapan dan desain, fase pelaksanaan dan fase analisis retrospektif. Data pada penelitian ini diperoleh dari lembar kerja siswa, lembar wawancara, lembar catatan lapangan, Hipotesis Lintasan Belajar (HLB) dan *video-tape*. Berdasarkan hasil analisis retrospektif, pembelajaran yang sesuai dengan teori Van Hiele dan PMRI dapat mengembangkan kemampuan geometris siswa. Siswa dapat memahami visualisasi bentuk segiempat, menganalisis sifat-sifat segiempat, dan memahami hubungan antar bentuk segiempat. Prinsip PMRI yang mempengaruhi perkembangan berpikir siswa yaitu penggunaan konteks, penggunaan model, pemanfaatan hasil konstruksi siswa, interaktivitas, dan keterkaitan.

**Kata kunci:** Segiempat, PMRI, Teori Van Hiele

### A. PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pierre Van Hiele dan Dina Van Hiele-Geldof adalah sepasang pendidik yang memperhatikan perkembangan berpikir siswa khususnya pada bidang geometri. Van Hiele menguraikan tahap-tahap perkembangan mental anak dalam belajar geometri. Tahapan-tahapan berpikir tersebut adalah tahap pengenalan (visualisasi), tahap analisis (deskriptif), tahap pengurutan (deduksi informal), tahap deduksi (formal), tahap ketepatan (*rigor*/akurasi). Model berpikir geometris Van Hiele dapat digunakan sebagai pedoman pembelajaran maupun menaksir kemampuan siswa. Dengan demikian, untuk mengetahui tingkat berpikir siswa dan proses pembelajaran di kelas geometri dapat menggunakan teori geometri Van Hiele.

Proses pembelajaran dengan PMRI diawali dengan permasalahan konteks yang dapat berupa permasalahan kehidupan sehari-hari, cerita rekaan atau fantasi, serta permainan sebagai sumber pengembangan dan mengaplikasikan prinsip matematika melalui proses matematisasi secara menyeluruh artinya permasalahan tersebut merupakan kemampuan informal siswa. Pembelajaran dengan PMRI lebih mengedepankan proses berpikir yang dibentuk oleh siswa sendiri sehingga siswa dapat berkembang dari permasalahan informal menuju materi formal dengan proses matematisasi. Proses pembelajaran matematika di kelas akan lebih bermakna bagi siswa karena siswa diberikan kesempatan secara aktif menemukan kembali suatu konsep

matematika dengan bimbingan guru (*guided reinvention*). Kemudian terjadi interaksi sosial dalam kelas yaitu siswa dan guru dapat saling mempengaruhi perkembangan berpikir siswa.

Pencapaian tujuan pembelajaran matematika yaitu melatih siswa bagaimana cara berpikir dan bernalar, mengembangkan kemampuan memecahkan masalah, menarik kesimpulan, mengembangkan aktivitas kreatif, dan mengembangkan kemampuan menyampaikan informasi secara sistematis dari pembelajaran geometri. Salah satu materi geometri yang dipelajari pada jenjang SMP adalah segiempat. Perkembangan kemampuan berpikir geometris siswa dipengaruhi oleh rangkaian aktivitas yang mendukung pada materi segiempat. Proses pembelajaran yang dimaksud adalah proses yang mengedepankan perkembangan proses berpikir geometris siswa yang terkait dengan kemampuan visualisasi, analisis, dan deduktif informal. Siswa akan belajar analisis dan mengambil kesimpulan dalam proses membangun pengetahuannya sendiri. Perbaikan proses pembelajaran tersebut didukung oleh aktivitas pembelajaran yang sesuai dengan teori tingkat berpikir geometris Van Hiele serta prinsip pendekatan PMRI.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka pertanyaan penelitian ini adalah bagaimana siswa mengembangkan kemampuan berpikir geometris pada pokok bahasan bangun datar segiempat sesuai dengan teori tingkat geometri Van Hiele dan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia di SMPN 236 Jakarta?

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan teori instruksional lokal pada pokok bahasan bangun datar segiempat sesuai dengan teori tingkat geometri Van Hiele dan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia di kelas VII SMP

### **Batasan Istilah**

Perkembangan kemampuan berpikir geometris pada penelitian ini berupa peningkatan proses berpikir geometris sesuai dengan teori tingkat berpikir geometris Van Hiele yaitu visualisasi, analisis, dan deduktif informal. Rangkaian aktivitas pembelajaran pada Hipotesis Lintasan Belajar disusun berdasarkan masing-masing tingkat berpikir sehingga perkembangan berpikir siswa dapat dijelaskan. HLB juga mengacu kepada pendekatan PMRI sehingga aktivitas juga memperhatikan prinsip PMRI pada proses pembelajaran. Materi pada penelitian ini adalah segiempat, yaitu jajargenjang, persegi panjang, belah ketupat, persegi, trapesium, dan layang-layang.

### **KAJIAN TEORI**

#### **1. PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia)**

##### **a. Lima Karakteristik dalam PMRI**

Menurut Treffers dalam Ariyadi Wijaya (2012:20), terdapat lima karakteristik dalam proses pembelajaran dengan Pendidikan Matematika Realistik yang harus diperhatikan, yaitu:

- 1) Penggunaan konteks
- 2) Penggunaan model untuk matematisasi progresif
- 3) Pemanfaatan hasil konstruksi siswa
- 4) Interaktivitas
- 5) Keterkaitan

#### **2. Geometri dan Pembelajarannya**

Geometri sangat penting dipelajari siswa karena menurut Sudam dalam Clements (1992:420) mengungkapkan tujuan dari pembelajaran geometri adalah

- a) Membangun kemampuan berpikir secara logis
- b) Membangun intuisi spasial mengenai dunia sebenarnya
- c) Menanamkan pengetahuan yang dibutuhkan untuk belajar matematika yang lebih
- d) Mengajarkan membaca dan menginterpretasikan argumen secara matematis

#### **3. Segiempat**

Segiempat merupakan bagian dari bangun datar dua dimensi yang termasuk dalam ranah geometri. Tujuan pembelajaran segiempat berdasarkan Standar Kompetensi (SK) yaitu: memahami konsep segiempat dan segi tiga serta menentukan ukurannya. Kompetensi dasar (KD) yaitu siswa dapat mengidentifikasi sifat-sifat persegi panjang, persegi, trapesium, jajargenjang,

belah ketupat, dan layang-layang. Siswa harus dapat menjelaskan sifat-sifat segiempat ditinjau dari sisi, sudut, dan diagonalnya. Diagonal pada bangun datar poligon adalah garis yang menghubungkan dua titik sudut yang tidak berdampingan (tidak bersebelahan).

#### 4. Perkembangan Berpikir Geometris dan Teori Tingkatan Berpikir Geometris Van Hiele

Perkembangan tingkat berpikir geometris siswa di Sekolah Menengah Pertama jika dikaitkan dengan level berpikir geometris Van Hiele, siswa diharapkan sampai pada level 3 yaitu deduktif informal. Pencapaian pada level tersebut dalam pokok bahasan segiempat salah satunya yaitu klasifikasi hirarkis dari segiempat. Menurut Van Hiele dalam Taro Fujita dan De Villiers, hal tersebut mendapat kesulitan bagi banyak pelajar.

- a. Tingkat Visualisasi
- b. Tingkat Analisis
- c. Tingkat Deduktif Informal (*Informal Deduction*)

#### 5. Geoboard dalam Geometri

Caleb Gattegno mendisain geoboard sebagai alat manipulative yang dapat digunakan pada semua tingkat untuk proses belajar dan mengajar tentang matematika. Menurut Gattegno (2012), *by manipulating the elastic bands, the students can carry out their own research, observe the results of their actions and to make hypotheses*. Dengan demikian, aktivitas dengan geoboard dapat membantu siswa memahami permasalahan geometris.

## B. METODE PENELITIAN

### Design Research

Gravemeijer dan Cobb (2006:19) mendefinisikan tiga fase dalam melaksanakan *design reseach* yaitu:

#### 1. Fase Persiapan dan Desain

Tujuan fase pertama adalah untuk mengklarifikasi studi teori dan memformulasi hipotesis teori instruksional lokal yang dapat diimplementasikan dan diperbaiki saat melakukan eksperimen. Teori instruksional lokal dalam penelitian ini disusun berdasarkan teori-teori dan penelitian-penelitian sebelumnya. Fokus utama dalam penelitian ini adalah untuk mengembangkan kemampuan berpikir geometris siswa dengan teori tingkat berpikir geometri Van Hiele dan Pendekatan PMRI.

Hipotesis teori instruksional lokal pada penelitian ini merupakan pengembangan dari teori-teori geometri khususnya teori tentang pengembangan pembelajaran dengan teori Van Hiele. Rangkaian aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang telah dipilih sesuai dengan masing-masing level geometris yaitu level visualisasi, level analisis, dan level deduktif informal. Begitu juga aktivitasnya, dibagi dalam tiga tahapan utama perkembangan siswa, yaitu:

1. Tahap pertama, membangun pemahaman siswa tentang bentuk dua dimensi khususnya segiempat
2. Tahap kedua, mengembangkan kemampuan analisis siswa dengan mengidentifikasi sifat-sifat bentuk
3. Tahap ketiga, mengembangkan kemampuan deduktif informal yaitu siswa dapat mengetahui hubungan yang terjalin antar bangun datar segiempat

#### Hipotesis Lintasan Belajar

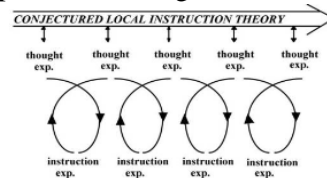
Hipotesis Lintasan Belajar (HLB) atau *hypothetical learning trajectory* adalah instrumen yang digunakan dalam penelitian ini. HLB dapat “menjembatani” teori dengan eksperimen.

Pertemuan	Aktivitas	HLB
<b>Pertemuan pertama</b>	<b>Pengembangan Berpikir Geometris Level Visualisasi</b>	(1) Siswa dapat mengenal <i>geoboard</i> dengan konteks permasalahan sehari-hari dan menyelesaikannya. (2) Siswa dapat membuat bentuk bebas pada <i>geoboard</i> dan memberikan argumen tentang bentuk. (3) Siswa dapat membuat bentuk segiempat pada <i>geoboard</i> dan mengelompokkan sesuai dengan persamaan sifat dan bentuk. (4) Siswa dapat membedakan bentuk segiempat dan

		yang bukan segiempat
<b>Pertemuan Kedua</b>	<b>Aktivitas Pengembangan Berpikir Geometris Level Analisis</b>	(1) Siswa dapat mengembangkan prinsip analisis bentuk geometris melalui permasalahan bentuk visual. (2) Siswa dapat mengembangkan tingkat berpikir analisis dengan mendeskripsikan sifat-sifat masing-masing segiempat ditinjau dari sisi, sudut, dan diagonalnya. (3) Siswa dapat mengidentifikasi bentuk melalui dugaan pernyataan tentang sifat-sifat kelompok bentuk dan memberikan argumentasi
<b>Pertemuan Ketiga</b>	<b>Aktivitas Pengembangan Berpikir Geometris Level Deduktif Informal</b>	(1) Siswa dapat menghubungkan secara logis segiempat sesuai dengan sifat-sifatnya (2) Siswa dapat membuat klasifikasi hirarkis segiempat dengan bagan atau diagram

## 2. Fase Eksperimen Desain

Gravemeijer dan Cobb (2006:24) menjelaskan tujuan dari eksperimen desain adalah untuk menguji dan memperbaiki dugaan teori instruksional lokal yang dibangun pada fase persiapan dan untuk membangun pemahaman bagaimana hal tersebut bekerja.



Gambar 3.1. Hubungan refleksif antara teori dan eksperimen (2006:28)

## 3. Fase Analisis Retrospektif

Menurut Gravemeijer dan Cobb (2006: 28), tujuan dari analisis retrospektif tentu saja, tergantung pada teori yang dimaksud dari eksperimen desain. Salah satu tujuan dasar yaitu untuk berkontribusi perkembangan teori instruksional lokal. Diperlukan sumber-sumber data untuk menganalisis secara komprehensif dan sistematis seluruh data yang telah dimiliki. Data-data tersebut didapatkan dari rekaman *video* kegiatan kelas, rekaman suara wawancara individu sebelum dan sesudah eksperimen, seluruh hasil tertulis siswa.

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kelas VII-D SMP Negeri 236 Jakarta Timur pada semester genap tahun ajaran 2012-2013 sebanyak 36 siswa. Penelitian dimulai dari September 2012-Mei 2013

### Subjek Penelitian

Sumber data pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII-D SMP Negeri 236 Jakarta Timur.

### Metode Pengumpulan Data

Seluruh data yang akan dikumpulkan berupa rekaman *video*, rekaman suara (*audio*), foto, hasil tes tertulis, dimana seluruhnya diambil sebelum, selama, dan sesudah eksperimen mengajar dilakukan.

### Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam membantu pengambilan data dalam penelitian ini adalah:

1. Lembar wawancara siswa dan guru
2. Lembar catatan lapangan
3. Lembar pedoman guru
4. Lembar tugas siswa (LKS)
5. Hipotesis lintasan belajar
6. Peneliti, guru, dan *observer*

### Validitas dan Reliabilitas

Dalam *design research* ini validitas dan reliabilitas diperlukan agar hasil penelitian dapat dibuktikan benar dan terpercaya. Validitas data terdiri dari dua jenis yaitu validitas ekologi dan validitas internal. Terdapat dua jenis reliabilitas pada penelitian *design research* yakni reliabilitas eksternal dan reliabilitas internal.

### C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Kerangka Interpretasi

Kerangka interpretasi diperlukan sebagai panduan dalam menganalisis data hasil penelitian. Menurut Gravemeijer, kerangka interpretasi harus memenuhi beberapa hal penting, yaitu: (1) Kerangka untuk menginterpretasi perkembangan proses berpikir matematika siswa secara keseluruhan dalam suatu kelas. (2) Kerangka untuk menginterpretasi perkembangan proses berpikir matematika siswa secara individu

#### Hasil Eksperimen Mengajar dan Analisis Data

##### a. Pertemuan Pertama: Membangun Pemahaman Siswa Tentang Bentuk Dua Dimensi Khususnya Segiempat

Tujuan pada pertemuan ini adalah membangun aktivitas tingkat berpikir visualisasi melalui permasalahan sehari-hari, memberikan argumen tentang bentuk, serta dapat membedakan bentuk.

Peran PMRI dalam eksperimen mengajar hari pertama terlihat dalam prinsip-prinsip yang muncul yaitu kemunculan konteks yang dapat membawa siswa untuk lebih memahami bentuk dan menggunakan *geoboard*; interaktivitas yang terlihat selama guru memimpin diskusi kelas dan pada saat siswa berdiskusi kelompok; pemanfaatan hasil konstruksi siswa di mana guru menggunakan hasil produksi siswa untuk menjelaskan dan berdiskusi tentang konsep bentuk; dan keterkaitan dengan materi sudut dan garis pada materi sebelumnya berpengaruh pada analisis bentuk yaitu sisi dan sudutnya. Guru dalam eksperimen mengajar dapat membawa beberapa siswa untuk aktif dalam diskusi kelas. Diskusi siswa dalam kelompok berjalan, namun terlihat juga ada beberapa kelompok yang diskusinya tidak berjalan. Hal ini disebabkan karena lingkungan kelas belum terbiasa dalam menerapkan pendekatan PMRI.

##### b. Pertemuan Kedua: Aktivitas Pengembangan Berpikir Geometris Level Analisis

Aktivitas hari ke-2 tidak berjalan sesuai dengan HLT, di mana diskusi akhir LKS ke-2 tidak dapat terlaksana. Guru dan observer menilai pada pembelajaran hari ke-2 guru terlihat kurang dapat mengontrol siswa, banyak siswa yang tidak memperhatikan jalannya diskusi. Untuk pertemuan selanjutnya, guru dan observer merencanakan untuk membuat siswa fokus terlebih dahulu baru selanjutnya melanjutkan aktivitas.

Kegiatan diskusi tentang hasil pekerjaan pertemuan pertama siswa memungkinkan siswa untuk saling mengoreksi jawaban, membenarkan jawaban, dan menyimpulkan jawaban. Hal ini tidak terjadi tanpa peran dari guru yang secara aktif memimpin diskusi yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif mengemukakan argumennya. Hal ini sesuai dengan prinsip interaktivitas PMRI. Selain itu, penggunaan *geoboard* pada aktivitas mengecek jawaban pada saat diskusi dan menentukan sifat-sifat dinilai dapat membantu siswa. Siswa dapat langsung membuat bentuk dengan mudah pada *geoboard* dan melihat dengan jelas bentuk segiempat yang tepat dan tidak, serta mendapatkan sifat-sifat bentuk. Diskusi memilih bentuk jajargenjang setiap kelompok, memberikan siswa kebebasan untuk memilih, dan mengemukakan argumennya. Terlihat bahwa terdapat 3 kelompok yang sudah mencapai tingkat analisis awal, hal ini dikarenakan, pada saat sebelumnya, telah terpengaruh oleh pertanyaan guru pada saat pembelajaran telah selesai. Diskusi kelas ini memungkinkan siswa yang masih berada pada tahap visualisasi dapat meningkatkan pemahaman berpikirnya menuju tahap analisis.

##### c. Pertemuan Ketiga: Aktivitas Pengembangan Berpikir Geometris Level Analisis (lanjutan)

Diskusi awal tentang bagaimana bentuk dikelompokkan dalam kehidupan sehari-hari serta kegunaan sifat-sifat bentuk dalam kehidupan sehari-hari merupakan awalan yang baik. Siswa menjadi fokus dan lebih tertarik untuk mendapatkan sifat-sifat segiempat dengan bantuan *geoboard*. Pertanyaan yang guru berikan memungkinkan siswa untuk berpikir bahwa bentuk



dengan sifat-sifat yang sama dapat dikelompokkan dalam satu kelompok bentuk. Hal ini merupakan dasar untuk siswa memahami hubungan bentuk berdasarkan sifat-sifatnya.

Siswa menggunakan *geoboard* untuk menemukan sifat-sifat, seperti kelompok Funny dan Chum Buket yang pada awalnya berada pada tingkat berpikir visualisasi. *Geoboard* dapat membantu kelompok tersebut, dikarenakan siswa dapat secara langsung melihat bentuk serta menganalisis sifat-sifatnya. SP4 dapat menemukan ide hubungan bentuk persegi panjang juga merupakan jajargenjang dengan bantuan *geoboard*. Pada saat SP4 mengungkapkan argumen, terjadi interaksi sosial dan interaksi matematika antara SP4, siswa dalam kelompok, serta observer. Observer memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengungkapkan ide serta argumennya, setelah itu observer hanya mengarahkan SP4 dan anggota kelompok tersebut kepada pemahaman yang baru. Diskusi tersebut berjalan sampai SP4 dan anggota yang lain merasa yakin akan pemahaman hubungan bentuk, dan secara mudah dipahami, dikarenakan pemakaian bahasa yang tepat. Pemakaian kata spesial dinilai tepat dan dapat dipahami siswa untuk mengatakan hubungan antar bentuk.

Diskusi kelas yang berjalan merupakan diskusi tentang sifat-sifat bentuk jajargenjang. Siswa dan guru saling berkontribusi dalam perkembangan siswa dalam memahami konsep sifat-sifat bentuk jajargenjang yang tepat. Ketika terdapat siswa dengan jawaban yang berbeda, guru mampu memberikan kesempatan kepada masing-masing siswa tersebut untuk memberikan alasan. Kemudian seluruh siswa di ajak untuk menentukan jawaban mana yang paling tepat. Hal ini sesuai dengan norma sosial di mana siswa saling memberikan jawaban, mengoreksi jawaban, dan memberikan pembenaran terhadap pernyataan siswa lain. Sesuai dengan prinsip PMRI, di mana interaktivitas memberikan kontribusi yang positif untuk perkembangan berpikir geometris siswa, dalam pertemuan ini, siswa dapat memahami sifat-sifat bentuk dan pada tingkat analisis.

**d. Pertemuan Keempat: Aktivitas Pengembangan Berpikir Geometris Level Analisis menuju deduktif informal**

SP6 pada pertemuan 3 masih berada pada tingkat analisis, di mana belum dapat melihat hubungan antar bentuk segiempat. Namun, pada pertemuan 4, SP6 dapat mengembangkan kemampuan berpikir geometrisnya sampai pada level deduktif informal, di mana, hal ini tidak terlepas dari peran diskusi pada kegiatan sebelumnya. Hal ini menandakan bahwa diskusi memiliki peran yang penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir geometris siswa dari tingkat analisis menuju deduktif informal. SP6 juga dapat memberikan definisi yang tepat untuk bentuk persegi panjang dan belah ketupat. Seperti yang terlihat pada gambar 4.20, SP6 mengatakan bahwa persegi panjang adalah jajargenjang yang memiliki diagonal sama panjang dan semua sudutnya sama besar. Definisi yang tepat menandakan SP6 telah melalui tingkat berpikir visualisasi, dan analisis dengan baik, sampai SP6 dapat berkembang pada tingkat deduktif informal.

Sedangkan siswa yang lain, seperti SP5, SP1, SP3, masih berada pada tingkat transisi antara analisis dan deduktif informal. Seperti SP5, yang mendefinisikan persegi panjang dengan semua sifat yang dimilikinya. Namun, sudah memahami bahwa ada tipe jajargenjang yang memiliki sudut siku-siku, dan ada tipe jajargenjang yang memiliki 4 sisi yang sama panjang.

**e. Pertemuan Kelima: Aktivitas Pengembangan Berpikir Geometris Level deduktif informal.**

Guru memberikan kesempatan kepada kelompok yang memiliki jawaban yang berbeda untuk mempresentasikan jawabannya. Hal ini berpengaruh kepada norma sosial matematika dalam memilih jawaban yang paling tepat. Siswa dapat mengembangkan gagasan dan konsep matematika tentang bentuk. Hal ini terlihat di mana SP6 mempresentasikan hasil diskusinya, dan memberikan gagasan yang tepat tentang pengelompokan bentuk. Penjelasan SP6 juga mendapatkan apresiasi dengan pembenaran dari beberapa siswa yang memiliki jawaban yang sama, yaitu kelompok Carrefour, kelompok Alfa Midi, dan Kelompok Pythagoras. Prinsip PMRI yang muncul pada aktivitas ini adalah interaktivitas, di mana siswa saling berdiskusi, memberikan argumen, memberikan pembenaran, dan mengoreksi jawaban siswa lain.

Tingkat berpikir geometris Van Hiele pada awalnya siswa tersebar antara tingkat visualisasi dan analisis, namun pada pertemuan 3 di mana siswa menganalisis sifat-sifat bentuk

dengan bantuan *geoboard*. SP4 memberikan ide tentang hubungan bentuk yaitu persegi panjang dan jajargenjang. Terjadinya diskusi antara observer dan SP4 pada saat itu membuat SP4 dan kelompoknya percaya diri akan pemahaman baru tentang hubungan bentuk. Pemahaman SP4 tersebut dapat mempengaruhi kemampuan berpikir siswa lain dalam kelompoknya. Guru berperan dalam memimpin diskusi memanfaatkan pemahaman SP4 untuk mempengaruhi pemahaman siswa lainnya dengan memberikan kesempatan SP4 untuk mengemukakan pemahamannya. Hal ini memberikan hasil yang positif di mana siswa lain dapat terpengaruh, bukan hanya siswa dalam kelompoknya, namun siswa dalam kelompok lain dapat terpengaruh, contohnya SP5 dan SP6.

Pendekatan PMRI yang digunakan dalam penelitian ini sangat berkontribusi dalam meningkatkan perkembangan berpikir geometris siswa. Prinsip yang sangat berpengaruh adalah adanya interaktivitas dalam setiap proses pembelajaran. Seluruh siswa dan guru berkontribusi dalam prinsip ini, siswa saling mengoreksi, memberikan jawaban, dan guru sebagai pemimpin diskusi yang memungkinkan seluruh siswa untuk aktif mengembangkan kemampuan berpikirnya. Peran *geoboard* yang bermanfaat untuk memungkinkan siswa untuk memanipulasi bentuk segiempat dan melihat sifat dan hubungan bentuk secara nyata.

#### D. KESIMPULAN, DISKUSI, DAN SARAN

##### Kesimpulan

Siswa SMPN 236 Jakarta pada awalnya tersebar antara tingkat berpikir geometris Van Hiele tingkat visualisasi dan analisis.

- Perkembangan yang didapatkan pada saat aktivitas visualisasi. Aktivitas membuat bentuk bebas pada *geoboard* dapat berkembang menuju aktivitas pengenalan unsur-unsur bentuk, khususnya diagonal. Aktivitas membuat bentuk segiempat pada *geoboard* dapat berkembang kepada mengetahui bentuk, menamai bentuk, serta mendefinisikan segiempat. Aktivitas diskusi kelompok tentang pengelompokkan bentuk segiempat dapat mengeksplorasi beragam kemungkinan visualisasi bentuk dari masing-masing segiempat, hal ini dapat memperkaya kemampuan visualisasi siswa. Aktivitas diskusi kelas tentang kelompok bentuk dapat berkembang kepada pengenalan sifat-sifat bentuk, membuat bentuk  $90^\circ$  pada *geoboard*, konsep kesejajaran, dan diskusi tentang hubungan bentuk.
- Pendekatan PMRI memiliki kontribusi penting dalam proses perkembangan berpikir geometris siswa saat eksperimen mengajar.
- Lintasan belajar yang telah dihipotesiskan pada penelitian ini dapat dikatakan berhasil membantu siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir geometris siswa.

##### Saran

Guru hendaknya mempersiapkan siswa terlebih dahulu sebelum memulai pembelajaran agar siswa lebih fokus dalam mengikuti aktivitas. LKS (lembar bertitik) pada pertemuan pertama hendaknya dibuat lebih banyak jumlah titik-titiknya, sehingga memungkinkan siswa lebih dapat mengeksplorasi bentuk. Teori tingkat berpikir geometris Van Hiele dapat diterapkan pada pembelajaran dengan materi geometri lainnya, seperti garis dan sudut atau dimensi tiga.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Bakker, Arthur. *Design Research in Statistics Education on Symbolizing and Computer Tools*. Utrecht: CD-β Press, 2004.
- Brown, Margaret; Jones, Keith; & Ron Taylor. *Developing Geometrical Reasoning in the Secondary School: Outcomes of Trialling Teaching Activities in Classrooms*. Report from the Southampton/Hampshire Group to the Qualification and Curriculum Authority, 2003.
- Clements, Douglas H., dan Michael Batista. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: Geometri and Spatial Reasoning*. New York: MacMillan Publishing Company, 1992.

- Cobb P.; Stephan, M Paul.; Gravemeijer, K. *Participating in Classroom Mathematical Practise: The Journal of The Learning Science*, 10 (1&2), 2001
- Cross, Christopher T., Taniesha A. Woods, and Heidi Schweingruber, *Mathematics Learning in Early Childhood: Paths Toward Excellence and Equity*. National Research Council, 2009. [ONLINE: [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=12519&page=175](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12519&page=175)]
- Crowley, Mary L., *Learning and Teaching Geometry: The Van Hiele Model of the Development of Geometry Thought*. Reston va: NCTM, 1987.
- Deniyanti Pinta.S., dan Puspita Sari. *Design Research: Mengembangkan Strategi Mental Aritmatika Siswa untuk Menyelesaikan Soal Penjumlahan Bilangan sampai 100 dengan Pendekatan Matematika Realistik*. Jakarta: UNJ, 2009.
- Fujita, Taro., dan Jones, K. "Learners' Understanding of The Definition and Hierarchical Classification of Quadrilaterals: Towards a Theoretocal Framing" *Research in Mathematics Education*, 9 (1&2), 3-20. 2007.
- Gravemeijer, K. *Creating Opportunities for Students to reinvent Mathematics*. ICME 10, 2004
- \_\_\_\_\_. *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrech: Freudental Institute, 1994.
- \_\_\_\_\_. dan Cobb, P. "Design Research from a Learning Design Perspective" *Educational Design Research* (Eds) Jan van den Akker et al. London and New York: Routledge, 2006.
- \_\_\_\_\_. *Local Instruction Theories as Means of Support for Teachers in Reform Mathematics Education*. Utrecht: Utrecht University, 2004.
- Jones, K., and Bills, C. Visualisation, Imagery, and the Development of Geometrical Reasoning. *Proceding of the British Society for Reasearch into Learning Mathematics*, 18 (1&2)
- Kerami, Djati., dan Sitanggang, Cormentyna. *Kamus Matematika*. Jakarta: Balai Pustaka, 1999
- Suherman, Erman., et al. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA, 2001.
- Wardhani, Sri. *Analisis SI dan SKL Mata Pelajaran Matematika SMP/MTs untuk Optimalisasi Tujuan Mata Pelajaran Matematika, Ditetak oleh: Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Matematika*. Yogyakarta: PPPPTK, 2008
- Villiers, Michael De. *The Role and Function of a Hierarchical Classification of Quadrilaterals*. Canada: FLM Publishing Association, 1994.
- Van Hiele, Pierre M. *Developing Geometric Thinking through Activities That Begin with Play*. NCTM: Teaching Children Mathematics 6, 1990
- Wijaya, Ariyadi. *Pendidikan Matematika Realistik Suatu Alternatif Pendekatan Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.